

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

⑪ N° de publication :

(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

**2 942 803**

②<sup>1</sup> N° d'enregistrement national :

**09 01047**

⑤<sup>1</sup> Int Cl<sup>8</sup>: **C 10 B 53/02** (2006.01), C 10 B 49/04

⑫

# DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

## A1

②② Date de dépôt : 09.03.09.

③ **Priorité :**

⑦① Demandeur(s) : *BEHAR ISAAC* — FR.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 10.09.10 Bulletin 10/36.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦<sup>2</sup> Inventeur(s) : BEHAR ISAAC.

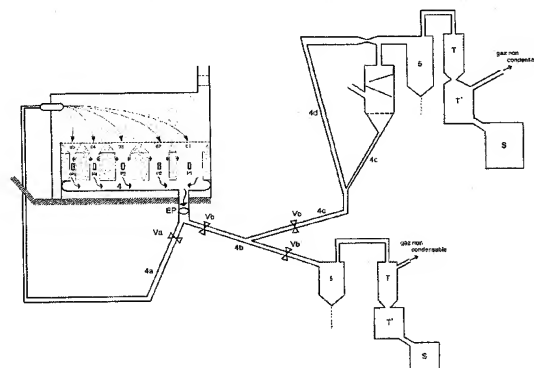
73 Titulaire(s) : BEHAR ISAAC.

74 Mandataire(s) : BEHAR ISAAC.

(54) SYSTEMES ET PROCEDES DE TRANSFORMATION DE BIOMASSE EN COMBUSTIBLES LIQUIDES.

(57) La présente invention concerne un ensemble de moyens, de modules de systèmes et de procédés permettant de transformer de la biomasse en combustible liquide, caractérisés en ce qu'ils comprennent au moins un réacteur de pyrolyse rapide et/ou flash, comportant un module chaud de séparation de particules du fluide pyrolytique, un module de trempe du gaz pyrolytique chaud, un module de séparation et de stockage du combustible liquide formé par la condensation du gaz pyrolytique, ledit réacteur de pyrolyse rapide et/ou flash comportant au moins un moyen d'alimentation du réacteur en biomasse, un fluide gazeux chaud caloporteur, une canalisation permettant de faire pénétrer le fluide gazeux chaud caloporteur dans le réacteur, une canalisation permettant de faire sortir le fluide gazeux chaud caloporteur du réacteur, un dispositif permettant de faire circuler rapidement le fluide gazeux chaud caloporteur et les produits de la pyrolyse rapide et/ou flash entre les différents modules de l'ensemble (réacteur de pyrolyse, séparateur chaud de particules, dispositif de trempe), une canalisation permettant de récupérer les gaz combustibles non condensables, un moyen de chauffer le fluide gazeux chaud caloporteur et/ou tout ou partie du système de pyrolyse rapide et/ou flash. L'invention concerne également un système et un procédé mixte comprenant une pyrolyse rapide et/ou

flash et une gazéification, caractérisé en ce qu'il est possible de modifier à volonté la zone de pyrolyse et de gazéification.



**FR 2 942 803 - A1**



## **Systèmes et procédés de transformation de biomasse en combustible liquide.**

5 La présente invention concerne un ensemble de moyens, de modules de systèmes et de procédés permettant de transformer de la biomasse en combustible liquide, caractérisés en ce qu'ils comprennent au moins un réacteur de pyrolyse rapide et/ou flash, comportant un module chaud de séparation de particules du fluide pyrolytique, un module de trempe du gaz pyrolytique chaud, un module de séparation et de stockage du  
10 combustible liquide formé par la condensation du gaz pyrolytique, ledit réacteur de pyrolyse rapide et/ou flash comportant au moins

- un moyen d'alimentation du réacteur en biomasse,
- un fluide gazeux chaud caloporteur,
- une canalisation permettant de faire pénétrer le fluide gazeux chaud  
15 caloporteur dans le réacteur,
- une canalisation permettant de faire sortir le fluide gazeux chaud caloporteur du réacteur,
- un dispositif permettant de faire circuler rapidement le fluide gazeux chaud caloporteur et les produits de la pyrolyse rapide et/ou flash entre les  
20 différents modules de l'ensemble (réacteur de pyrolyse, séparateur chaud de particules, dispositif de trempe),
- une canalisation permettant de récupérer les gaz combustibles non condensables,
- un moyen de chauffer le fluide gazeux chaud caloporteur et/ou tout ou partie  
25 du système de pyrolyse rapide et/ou flash.

•  
Dans cette description :

- par **module** on entend un élément d'un ensemble,
- par **réacteur** on entend une enceinte qui permet des transformations  
30 thermochimiques.
- par **pyrolyse**, on entend une décomposition thermique irréversible d'un matériau organique sous la seule action de la chaleur en absence d'oxygène. Il se forme normalement, dans des quantités variables, un gaz et un solide, combustibles. Par extension on appelle également pyrolyse, la décomposition thermique irréversible

d'un matériau organique en présence d'une faible quantité d'oxygène, ne permettant pas l'oxydation complète du carbone de la biomasse.

- par **pyrolyse lente**, on entend une pyrolyse réalisée à relativement basse température et pendant une durée relativement longue ; Une pyrolyse lente favorise la formation de combustibles solide et gazeux au détriment du combustible liquide.

- Par **pyrolyse rapide** on entend une pyrolyse réalisée à relativement haute température et pendant un temps court, ce qui suppose qu'elle soit suivie par un refroidissement rapide.

- par **pyrolyse flash**, on entend une pyrolyse réalisée à relativement haute température et pendant un temps très court, quasi instantané, ce qui suppose également qu'elle soit suivie par un refroidissement très rapide.

Une pyrolyse flash, comme une pyrolyse rapide, privilégie la formation de combustibles liquides au détriment des combustibles gazeux et solides.

- Par **gaz pyrolytique** on entend un gaz formé au cours de la pyrolyse qui comprend un gaz combustible incondensable et un gaz combustible condensable constitué de polymères lourds

- Par **gazéification, ou pyrolyse – gazéification** on entend une série de réactions complexes comprenant une étape de pyrolyse suivie par une réduction et donnant naissance à un gaz de synthèse.

- Par **gaz de synthèse** ou **Gaz synthétique** ou encore **SynGas**, on entend un mélange gazeux, formé au cours de la gazéification et contenant des gaz combustibles essentiellement constitués de monoxyde de carbone et d'hydrogène.

- Par **autothermique** on entend une réaction qui une fois amorcée ne nécessite pas d'apport d'énergie extérieure.

- Par **allothermique**, on entend une réaction qui nécessite l'apport d'une énergie extérieure pour se poursuivre, même après avoir été amorcée.

- Par **réaction exothermique**, on entend une réaction qui dégage de la chaleur.

- Par **réaction endothermique** on entend une réaction qui absorbe de la chaleur.

- Par **matériau caloporteur** on entend un matériau solide et fragmenté permettant de transférer rapidement de la chaleur à la biomasse tels que, de manière non limitative, du sable ou des billes d'acier chauffés.

- Par **fluide gazeux caloporteur** on entend tout fluide gazeux chaud permettant de chauffer, directement ou indirectement, la biomasse.

- Par **cracking** ou **craquage**, on entend l'opération qui consiste à casser une molécule organique complexe en éléments plus petits, ce qui entraîne la formation d'hydrocarbures plus légers à partir d'hydrocarbures plus lourds.

- Par **pyrolyseur** on entend un ensemble qui permet de pyrolyser et qui comprend un réacteur permettant la transformation d'un combustible solide en un combustible gazeux, liquide et solide.
- 5 - Par **gazéifieur** on entend un ensemble qui permet la gazéification et qui comprend un réacteur permettant la transformation d'un combustible solide ou liquide en un combustible gazeux, constitué de monoxyde de carbone et d'hydrogène et éventuellement des gaz contenus dans l'air si la gazéification a été réalisée avec apport d'air.
- 10 - par **biomasse** on entend tous produits carbonés issus directement ou indirectement de la photosynthèse et notamment mais pas de manière limitative les végétaux, les animaux, les déchets organiques divers, dont les déchets ménagers, les boues d'épuration des eaux etc.;
- 15 - Par **biomasse pulvérulente** on entend une biomasse qui se présente sous forme de poudre ou de particules suffisamment petites pour être déplacées par un courant d'air moyen ou par un vide réduit. A titre d'exemples non limitatifs citons la sciure de bois, les farines, le bois finement broyé et de manière plus générale des biomasses à très faible densité et notamment les fractions légères des tris sélectifs des ordures ménagères ;
- 20 - Par **biomasse liquide** on entend une biomasse qui se présente sous une forme plus ou moins liquide. A titre d'exemples non limitatifs citons les produits liquides issus de réactions de pyrolyse, ainsi que les boues d'épuration des eaux qui, du fait de la forte teneur en eau se présentent sous une forme liquide.
- 25 - Par **combustibles liquides de deuxième génération**, on entend des combustibles liquides issus de la plante entière et qui peuvent remplacer les combustibles liquides issus des énergies fossiles tels que kérosène, essence, diesel.
- Par **vannes** on entend tout dispositif permettant de faire varier le débit d'une canalisation, que la commande soit manuelle, électrique ou pneumatique et qu'elle opère en position ouverte et fermée, ou que l'ouverture et la fermeture soient progressives.
- 30 - Par **déchets forestiers** on entend les déchets de biomasse résultant de l'activité forestière.
- Par **déchets agricoles** on entend les déchets de biomasse résultant de l'activité agricole.
- 35 - Par **perte de charge** on entend la réduction de pression d'un gaz circulant, qui est freinée dans son déplacement.

- Par **goudron**, on entend un polymère complexe à haute densité, notamment issu de la pyrolyse des matériaux carbonés.
- Par **Char** on entend un produit carboné, assimilable à du coke végétal obtenu par pyrolyse ;
- 5 - Par **biomasse dense** on entend une biomasse à poids moléculaire relativement élevé qui restera en place dans un circuit d'air léger ou dans une zone en dépression ; à titre d'exemple non limitatif citons des bûches de bois, ou des plaquettes de bois, ou encore des produits densifiés à partir de biomasse pulvérulente ;
- 10 - Par **combustion** on entend un procédé qui consiste à oxyder un combustible solide, liquide ou gazeux en présence d'un excès d'oxygène, le résultat de la combustion étant la transformation de tout le carbone en dioxyde de carbone, gaz oxydé non combustible ;
- Par **comburant** on désigne un gaz qui permet la combustion tel que l'air, l'air enrichi d'oxygène ou de l'oxygène ; on peut également intégrer dans le terme  
15 **comburant** la vapeur d'eau qui présente un caractère oxydant.

La raréfaction des énergies fossiles et l'impératif de réduire les gaz à effet de serre pour éviter le réchauffement de la planète, nécessitent le remplacement d'énergies fossiles par des énergies renouvelables dont le gisement le plus important est constitué par les  
20 biomasses qui se trouvent sous des formes différentes et présentent des caractéristiques différentes du fait de leur composition chimique différente. L'un des objectifs prioritaires est le remplacement des combustibles liquides d'origine fossile tels que l'essence, le kérosène et le diesel, par des combustibles liquides de deuxième génération, n'entrant pas en compétition avec les productions agricoles vivrières.

25 La complexité du procédé permettant de passer de biomasses diverses à des combustibles liquides de deuxième génération nécessite l'amélioration de différents réacteurs et procédés, voire les combinaisons de réacteurs et procédés différents, ces améliorations étant nécessaires pour atteindre l'objectif prioritaire décrit ci-dessus mais dont les applications ne se limitent pas à ce seul objectif.

30 Le processus le plus adapté pour produire des combustibles liquides de deuxième génération consiste à procéder à une opération de pyrolyse / gazéification pour obtenir un SynGas, puis à purifier les gaz et à les polymériser par un procédé de synthèse catalytique dit de Fischer Tropsch.

Il est évident que toute amélioration dans le procédé et le réacteur de production du  
35 SynGas aura non seulement des effets bénéfiques pour la production de combustibles

liquides de deuxième génération mais également pour la production d'hydrogène et pour la cogénération.

Le développement de combustibles liquides de deuxième génération introduit cependant des contraintes supplémentaires du fait que le procédé type Fischer Tropsch ne peut être économiquement rentable que si l'unité de synthèse catalytique utilise une très grande quantité de SynGas correspondant, suivant les experts, à l'équivalent de 1 à 2 Millions de tonnes de biomasse par an.

Or les gisements de biomasse sont dispersés et transporter par camions 1 à 2 Millions de Tonnes par an entraînerait une dépense énergétique et une production de gaz à effets de serre inacceptables.

L'essentiel de la biomasse peut être classé en deux grandes catégories, les déchets forestiers et les déchets agricoles qui, du fait de leur composition différente, ont des caractéristiques différentes quand ils sont soumis à des traitements thermiques.

Dans son rapport à la 2nd Université d'été pour les énergies renouvelables tenue à Varsovie (Pologne) en Août 2007, Peter Henrich a étudié cette problématique et a proposé un schéma de développement durable consistant à transformer la biomasse solide en liquide, de manière décentralisée, par pyrolyse flash, le liquide étant plus facile à transporter et à stocker que le SynGas obtenu par pyrolyse / gazéification.

Peter Henrich a fait un inventaire des différentes techniques de base généralement utilisées pour réaliser la pyrolyse flash et a également étudié les propriétés des deux natures différentes de déchets (agricoles et forestiers) quand elles sont soumises à une pyrolyse flash. Il a en particulier constaté que si les deux types de Biomasse produisent par pyrolyse flash un mélange de gaz non condensable, de liquide, et de solide, la quantité de gaz est beaucoup plus faible dans le cas de déchets agricoles et elle varie d'un type de déchet agricole à un autre ; or, la pyrolyse, en l'absence totale d'air, est une réaction endothermique et nécessite un apport continu de chaleur ; une pyrolyse réalisée en présence d'une faible quantité d'air peut être autothermique, une partie de la biomasse étant utilisée pour générer les calories nécessaires au maintien de la réaction de pyrolyse, une fois celle-ci amorcée. Il est par ailleurs possible de récupérer tout ou partie des gaz carburants non condensables produits au cours de la pyrolyse flash, sous réserve qu'ils soient en quantité suffisante pour, tout à la fois, fournir les calories nécessaires pour sécher les déchets agricoles et entretenir la réaction de pyrolyse flash.

Pour qu'une pyrolyse flash intervienne et produise une quantité suffisante de combustible liquide, il faut remplir trois conditions :

1. Obtenir une vitesse de chauffage de la biomasse rapide,

2. Obtenir une vitesse de refroidissement rapide (trempe) des produits de la pyrolyse,
3. Utiliser une biomasse produisant une quantité suffisante de gaz non combustible, **ou à défaut un mélange de biomasses (déchets agricoles + déchets forestiers)**, dans une proportion telle que la quantité de gaz combustible produite dans la pyrolyse flash ou rapide soit suffisante pour sécher la biomasse et entretenir la réaction de pyrolyse flash.

Pour tenir compte de la condition 1 (vitesse de chauffe rapide), Peter Henrich propose de chauffer rapidement la biomasse et de transférer les calories à la biomasse en utilisant un caloporteur solide constitué par du sable ou des billes d'acier, chauffés en continu et mis en contact par deux vis sans fin brassant la biomasse et le caloporteur solide. Le transfert des calories du caloporteur solide à la biomasse entraînant un refroidissement continu du caloporteur, l'entretien du transfert nécessite un rapport élevé entre la quantité de caloporteur solide et la biomasse.

Ce rapport a été précisé comme suit :

- 300Kg de sable pour 10kg de biomasse,
- 1000kg de billes d'acier pour 20kg de biomasse.

Le ratio de la quantité du caloporteur solide par rapport à la quantité de biomasse est plus important dans la deuxième solution qui présente néanmoins d'autres avantages au niveau de l'entretien du système.

Un tel ratio Biomasse / Caloporteur, présente cependant de gros inconvénients sur la rentabilité du concept général consistant à

- produire un combustible liquide par gazéification flash ou rapide de manière décentralisée en utilisant la biomasse disponible localement,
- transporter cette biomasse liquide à l'unité centrale qui la transformera en SynGas propre,
- transformer le SynGas propre en combustible liquide de deuxième génération par une réaction catalytique de type Fischer Tropsch.

Supposons que l'on utilise des billes d'acier comme caloporteur solide, comme le suggère le rapport de Peter Henrich cité ci-dessus, dans la proportion 1000Kg de billes d'acier pour 20Kg de biomasse soit un rapport de 500 fois. Si l'on voulait réaliser une pyrolyse flash de 10T/h de biomasse, il faudrait faire circuler 5.000Tonnes d'acier, ce qui nécessiterait une très grosse unité qui coûterait cher à l'investissement et à l'exploitation.

Alors que l'usine centrale est probablement une usine unique pour un grand territoire, les installations de pyrolyse flash doivent être construites en grand nombre pour pouvoir être alimentées en biomasse dans un rayon ne dépassant pas une trentaine de Kms pour des

raisons écologiques et de rentabilité évidentes. L'économie globale du concept suppose en conséquence que les installations de pyrolyse flashs soient

- compactes,
- peu onéreuses à l'investissement,
- 5      • peut coûteuses à l'exploitation,
- facilement adaptables à différents déchets locaux,
- et enfin susceptibles de cogénérer de l'électricité et de la chaleur de manière décentralisée, chaque fois qu'une telle demande locale existe en plus du besoin de combustible liquide issu de la biomasse.

10

**Les modules, systèmes, réacteurs et procédés, objets de la présente invention, répondent à ces objectifs et au delà des variantes qui seront décrites à titre non limitatif, sont caractérisés en ce qu'ils comprennent au moins un réacteur de pyrolyse rapide et/ou flash, comportant un module chaud de séparation de particules du fluide**  
 15      **pyrolytique, un module de trempe du gaz pyrolytique chaud, un module de séparation et de stockage du combustible liquide formé par la condensation du gaz pyrolytique, ledit réacteur de pyrolyse rapide et/ou flash comportant au moins**

- un moyen d'alimentation du réacteur en biomasse,
- un fluide gazeux chaud caloporteur,
- 20      • une canalisation permettant de faire pénétrer le fluide gazeux chaud caloporteur dans le réacteur,
- une canalisation permettant de faire sortir le fluide gazeux chaud caloporteur du réacteur,
- un dispositif permettant de faire circuler rapidement le fluide gazeux chaud caloporteur et les produits de la pyrolyse rapide et/ou flash entre les
- 25      différents modules de l'ensemble (réacteur de pyrolyse, séparateur chaud de particules, dispositif de trempe),
- une canalisation permettant de récupérer les gaz combustibles non condensables,
- 30      • un moyen de chauffer le fluide gazeux chaud caloporteur et/ou tout ou partie du système de pyrolyse rapide et/ou flash.

Dans l'une des dispositions préférées nullement limitatives,

- le réacteur de pyrolyse raide et/ou flash est horizontal et la biomasse est dense et
- 35      circule horizontalement,



Dans une autre disposition préférée non limitative,

- le réacteur de pyrolyse rapide et/ou flash est vertical et la biomasse est pulvérulente,

Dans encore une autre disposition préférée non limitative,

- le réacteur combine une pyrolyse / gazéification et une pyrolyse rapide.

Dans encore une autre disposition préférée non limitative,

- plusieurs types de réacteurs sont combinés, les réacteurs pouvant être de type vertical et horizontal,
- la biomasse pouvant être tout à la fois du type dense et pulvérulent.

10

Les avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront à l'examen de la description détaillée de modes de réalisation nullement limitatifs, et à l'aide de dessins annexés sur lesquels

15

- la figure 1 est une représentation schématique du système de pyrolyse rapide à lit fixe horizontal pour biomasse dense suivant l'invention ;
- la figure 2 est une représentation schématique du système de pyrolyse flash vertical pour biomasse pulvérulente correspondant au procédé selon l'invention ;
- la figure 3 est une représentation schématique du système mixte de pyrolyse rapide et de pyrolyse / gazéification dont les zones respectives de pyrolyse et de gazéification sont modulables, permettant la production de liquide pyrolytique et de SynGas selon l'invention,

20

25

**La figure 1** est une représentation schématique d'un module de pyrolyse rapide à lit horizontal de biomasse dense correspondant au procédé selon l'invention tel que :

30

- (1) représente le réacteur à lit fixe horizontal dans lequel la biomasse dense est introduite par l'orifice (2), à travers un sas non représenté, et poussé de l'amont vers l'aval par un dispositif (3) représenté dans la figure sous la forme d'un poussoir animé d'un mouvement de va et vient,
- B est un brûleur permettant par oxydation partielle d'une partie de la biomasse dense circulant horizontalement dans le réacteur (1) de générer tout ou partie de l'énergie nécessaire au maintien de la pyrolyse flash,
- Les dispositifs P1 à P5 permettent de tenir compte directement ou indirectement de la décroissance de la hauteur de biomasse, au fur et à mesure de la transformation de la biomasse en gaz, réduisant progressivement la perte de charge du flux

35

gazeux traversant la biomasse dense, lesquels dispositifs reliés à un ordinateur combiné à un automate, permettent d'augmenter progressivement la perte de charge du gaz de l'amont vers l'aval, par exemple en réduisant les ouvertures de l'amont vers l'aval, ou par tout autre dispositif ayant le même effet, afin que la perte de charge du gaz traversant la biomasse soit pratiquement constante de l'amont vers l'aval et que la pénétration du gaz à travers la biomasse soit pratiquement homogène de l'amont vers l'aval.

- Les ouvertures O1, O2, O3, O4, O5, sont des ouvertures qui, conformément à l'une des modalités préférées de l'invention, nullement limitative, sont automatiquement réglées pour que la perte de charge des gaz pyrolytiques ayant traversé les orifices soit pratiquement constante, malgré la décroissance régulière de la hauteur de biomasse au fur et à mesure de la transformation de la biomasse dense en gaz,
- (EP) est un extracteur qui extrait les gaz pyrolytiques à perte de charge constante de l'amont vers l'aval du réacteur et les envoient d'une part à travers la canalisation (4a) dans le ciel du réacteur à travers le brûleur (B) et d'autre part à travers la canalisation (4b) dans un module chaud de séparation des particules (5), puis dans un module de refroidissement rapide du gaz pyrolytique (T et T').
- Le débit relatif des gaz circulant dans les canalisations (4a) et (4b) est ajustable par les vannes (Va) et (Vb)
- (5) est un séparateur chaud de particules, du type cyclone ou équivalent ; les particules extraites du flux gazeux pyrolytiques sont recyclées dans le réacteur à travers la canalisation (4a)
- La canalisation (4c) située au haut du dispositif T permet de récupérer les gaz non condensables,
- Les gaz non condensables circulent grâce au ventilateur V' et apportent par oxydation au moins partielle, les calories nécessaires au maintien de la pyrolyse rapide de la biomasse dense,

En se référant à la figure 1, examinons le fonctionnement du procédé de pyrolyse rapide à réacteur horizontal et à biomasse dense conforme à l'invention.

La biomasse dense est introduite dans le réacteur à lit fixe horizontal par l'orifice 2 et circule horizontalement grâce à au moins un poussoir 3. On ne sortirait pas de l'invention si la biomasse circulait alternativement dans une direction puis dans l'autre sur des plans superposés, permettant d'allonger la circulation de la biomasse sans allonger le réacteur.

Une fois la pyrolyse rapide amorcée, elle est maintenue par une oxydation partielle du gaz pyrolytique dans le brûleur (B) et la circulation rapide du gaz pyrolytique gazeux chaud,

constituant un fluide gazeux caloporteur (maintenu à titre indicatif entre 450 et 750°C) et chauffant rapidement la biomasse dense, par la circulation accélérée dudit fluide gazeux caloporteur à travers la biomasse, grâce à l'extracteur pyrolytique (EP). Le gaz non condensable récupéré par la canalisation (4c) est envoyé dans le ciel du réacteur et est brûlé dans le brûleur B, contribuant au maintien de la réaction de pyrolyse, ou utilisée pour sécher la biomasse en amont de la réaction de pyrolyse flash (non représenté dans la figure 1), ou pour toute autre application énergétique.

En agissant sur les vannes (Va) et (Vb) il est possible d'ajuster les quantités de gaz pyrolytiques utilisées pour produire du liquide pyrolytique d'une part et pour fournir l'énergie nécessaire pour le maintien de la réaction de pyrolyse flash.

Les dispositifs (p1) à (p5) permettent de déterminer directement ou indirectement la différence de perte de charge du gaz pyrolytique du fait de la décroissance de la hauteur de biomasse de l'amont vers l'aval et de compenser, à travers un calculateur relié à un automate, cette perte de charge décroissante, par tout moyen adéquat, dont à titre non limitatif une réduction progressive des orifices (O1) à (O5), afin que la perte de charge du gaz traversant la biomasse soit pratiquement constante de l'amont vers l'aval.

**La figure 2** est une représentation schématique du système de pyrolyse flash à réacteur vertical correspondant au procédé selon l'invention tel que :

- l'enceinte (1) correspond au réacteur vertical de pyrolyse contenant la biomasse légère à pyrolyser flash,
- le réacteur de pyrolyse (1) contient au moins une chicane (1') chaude en son sein qui n'empêche pas la biomasse légère de traverser le réacteur de bas en haut mais qui freine la traversée et provoque des collisions entre la biomasse légère et au moins une chicane (1') chaude,
- L'enceinte (1) comporte dans sa partie latérale une canalisation d'alimentation (2) en biomasse légère comportant un dispositif d'alimentation en biomasse, tel que, de manière non imitative, une vis sans fin ou similaire non représentée,
- L'enceinte (1) comporte en outre dans sa partie basse une cloison poreuse (3) au travers de laquelle un fluide gazeux chaud caloporteur est insufflé de bas en haut, créant ainsi un lit fluidisé circulant.
- L'enceinte (1) comporte une canalisation (4a) dans sa partie basse; et une canalisation (4C) dans sa partie haute permettant la circulation de bas en haut du caloporteur gazeux chaud entraînant la biomasse pulvérulente fluidisée.

- La canalisation (4a) et 4b sont des bifurcations de la canalisation 4, et la canalisation 4c est reliée aux canalisations (4b) et (4d),
- La canalisation (4b) comporte juste avant la jonction avec la canalisation 4c et 4d un dispositif de type Venturi (V) ou tout autre dispositif permettant d'accélérer le déplacement horizontal du flux gazeux entraînant le gaz pyrolytique.
- La canalisation (4d) est reliée à un dispositif de séparation des particules (5) de type cyclone ou équivalent, qui permet de séparer les particules solides du gaz pyrolytique,
- Le séparateur de particules (5) du type cyclone ou équivalent est relié au dispositif de trempe (T et T') par la canalisation (6)
- La canalisation 7 située au haut du dispositif T' permet de récupérer les gaz non condensables qui, par combustion, généreront tout ou partie des calories nécessaires au maintien de la réaction de pyrolyse flash, le fluide gazeux chaud caloporteur circulant grâce au ventilateur V' qui cumule ses effets avec le dispositif de type Venturi V ou similaire.
- La canalisation 8 permet de récupérer le liquide combustible obtenu par trempe du gaz condensable qui est stocké dans l'enceinte de stockage (S)

Les parois des canalisations 4 à 6, ainsi que les parois du réacteur de pyrolyse 1, du ou des chicanes (1') et du séparateur de particules (5), figurés par un trait unique peuvent en fait correspondre à une double enveloppe à travers laquelle un fluide gazeux chaud caloporteur circule pour maintenir l'installation à haute température.

En se référant à la figure 2, examinons le fonctionnement du procédé de pyrolyse flash à réacteur vertical et à biomasse pulvérulente conforme à l'invention.

Le fluide caloporteur chaud circule dans la canalisation 4 et est chauffé autant que de besoin par la combustion du gaz de pyrolyse non condensable récupéré par la canalisation 7 ; il est accéléré par le Ventilateur V' puis circule dans les canalisations 4a et 4b

La biomasse légère pénètre dans le réacteur de pyrolyse flash (1) par l'orifice (2) et se dépose sur la paroi poreuse (3) par un dispositif de type vis sans fin ou autre, non figuré dans le schéma.

Un fluide gazeux caloporteur chaud (maintenu à titre indicatif entre 450 et 750°C), circule dans la canalisation 4, puis dans les branches (4a) et (4b). Il pénètre dans le réacteur (1) par la canalisation (4a), passe à travers la paroi poreuse (3) et en ressort par la canalisation (4c), raccordée à la canalisation (4d), formant un lit fluidisé circulant de bas en haut dans le réacteur de pyrolyse flash (1) ; les particules de biomasse pulvérulente,

entraînées à l'état de lit fluidisé par le fluide gazeux caloporteur, entrent en collision avec les chicanes chaudes (1') où elles sont instantanément pyrolysées.

Le fluide gazeux caloporteur chaud circulant dans la branche (4b) de la canalisation (4), contourne le réacteur (1) et se connecte aux canalisations (4c) et (4d).

- 5 La canalisation (4b) présentant un dispositif de type Venturi (V) ou un dispositif ayant des effets similaires, juste avant sa connexion avec les canalisations (4c) et (4d), le mélange du fluide gazeux caloporteur chaud et du gaz pyrolytique sortant du réacteur (1) par la canalisation (4c) sera accélérée dans la canalisation (4d) et pénétrera rapidement dans un dispositif d'épuration (5) du type cyclone ou similaire, où les particules seront séparées et
- 10 recyclées dans le réacteur (1), le gaz pyrolytique pénétrant ensuite rapidement dans le dispositif de trempe (T et T') à travers la canalisation (6). Le liquide pyrolytique s'écoulant par la canalisation 8 dans l'enceinte de stockage S, alors que les gaz pyrolytiques combustibles non condensables sont évacués par la canalisation 7 et permettent, par combustion de récupérer directement ou indirectement au moins partiellement les calories
- 15 nécessaires au maintien de la pyrolyse flash.

Les particules séparées par le module chaud (5) de type cyclone, ou similaire, sont évacuées et s'ils comportent une quantité suffisante de produits carbonés, sont recyclées.

- Le fluide froid de trempe, qui s'échauffe au fur et à mesure de la trempe des produits pyrolytiques, est recyclé pour être refroidi par un dispositif annexe non représenté dans la
- 20 figure 1 permettant une trempe isotherme contrôlant la composition du combustible liquide.

- La figure 3** est une représentation schématique d'un module combiné de pyrolyse rapide et de pyrolyse flash permettant de traiter simultanément et de manière différenciée de la biomasse dense et de la biomasse pulvérulente par combinaison des dispositions
- 25 représentées dans les figures 1 et 2 tel que la canalisation 4b de la figure 1 se sépare en deux branches 4c et 4d, la branche 4c étant reliée au séparateur chaud de particules (5) et la branche 4d étant reliée au dispositif de pyrolyse flash, avec éventuellement un échangeur de chaleur interposé dans le circuit de la canalisation 4d pour ajuster la température de gazéification flash en fonction des impératifs liés à la nature de la
- 30 biomasse pulvérulente.

En se référant à la figure 3, examinons le fonctionnement du procédé combiné de pyrolyse rapide à réacteur horizontal pour biomasse dense et de pyrolyse flash à réacteur vertical pour biomasse pulvérulente, conforme à l'invention.

- Le gaz pyrolytique généré dans le réacteur horizontal pour biomasse dense, comme dans
- 35 la figure 1, se partage d'abord en deux orientations, l'une destinée à subir une trempe et l'autre alimentant d'une part le brûleur dans le ciel du réacteur horizontal et d'autre part le

réacteur vertical à pyrolyse flash. Les débits des gaz circulant dans ces trois directions sont ajustables par des vannes ou des équipements équivalents.

La température du gaz pyrolytique généré par le réacteur horizontal et alimentant le réacteur vertical peut être ajusté en moins ou en plus pour adapter cette température à la nature de la biomasse pulvérulente, par des échangeurs de température réduisant ou augmentant la température du fluide caloporteur gazeux en fonction de la nature chimique de la biomasse pulvérulente. A titre d'exemple non limitatif, si la biomasse pulvérulente contient beaucoup de silice, il peut être utile d'abaisser la température de pyrolyse flash ; si la biomasse pulvérulente est constituée de farine animale à risque il peut être utile d'augmenter la température de pyrolyse flash pour détruire les prions.

Les gaz non condensables, à la température choisie de la trempe isotherme, pour la pyrolyse rapide issue du réacteur horizontal, et/ou par la pyrolyse flash issue du réacteur vertical peuvent être utilisés pour alimenter le brûleur du réacteur horizontal et/ou pour chauffer en tout ou partie le réacteur vertical et/ou pour alimenter un moteur à combustion interne et cogénérer de l'électricité et de la chaleur.

**La figure 4** est une représentation schématique d'un module combiné de pyrolyse rapide et de gazéification pouvant fonctionner alternativement ou simultanément en pyrolyse rapide et/ou en gazéification, avec la possibilité de faire varier à volonté les dimensions des zones pyrolytiques et de gazéification.

La figure 4 dérive de la figure1 par

- adjonction à la canalisation 4 qui court tout au long du réacteur et qui recueille les gaz pyrolytiques, d'une canalisation 4G reliée à un extracteur EG, qui débouche dans la partie aval de la canalisation 4, et par
- adjonction de vannes Vx pouvant être en position fermée (représentée par un trait plein), ou en position ouverte, (représentée par un trait discontinu) dans la canalisation 4.

Dans la figure 4

- (1) représente le réacteur à lit fixe horizontal dans lequel la biomasse dense est introduite par l'orifice (2), à travers un sas non représenté, et poussé de l'amont vers l'aval par un dispositif (3) représenté dans la figure sous la forme d'un poussoir animé d'un mouvement de va et vient,
- B est un brûleur permettant par oxydation partielle d'une partie de la biomasse dense circulant horizontalement dans le réacteur (1) de générer tout ou partie de l'énergie nécessaire au maintien de la pyrolyse flash,
- Les dispositifs P1 à P5 permettent de tenir compte directement ou indirectement de la décroissance de la hauteur de biomasse, au fur et à mesure de la transformation

- de la biomasse en gaz, réduisant progressivement la perte de charge du flux gazeux traversant la biomasse dense, lesquels dispositifs reliés à un calculateur combiné à un automate, permettent d'augmenter progressivement la perte de charge du gaz de l'amont vers l'aval, par exemple en réduisant les ouvertures de l'amont vers l'aval, ou par tout autre dispositif ayant le même effet, afin que la perte de charge du gaz traversant la biomasse soit pratiquement constante de l'amont vers l'aval et que la pénétration du gaz à travers la biomasse soit pratiquement homogène de l'amont vers l'aval.
- Les ouvertures O1, O2, O3, O4, O5, O6, O7 sont des ouvertures qui, conformément à l'une des modalités préférées de l'invention, nullement limitative, sont automatiquement réglées pour que la perte de charge des gaz pyrolytiques ayant traversé les orifices soit pratiquement constante, malgré la décroissance régulière de la hauteur de biomasse au fur et à mesure de la transformation de la biomasse dense en gaz ;
  - La canalisation 4 court tout au long du réacteur et recueille les gaz traversant les ouvertures O1 à O7
  - 4P est une canalisation qui débouche dans la zone amont de la canalisation 4, et 4G est une canalisation qui débouche dans la zone aval de la canalisation 4.
  - Vx est une vanne qui, quand elle est fermée (représentée par un trait plein), sépare les zones recueillant les gaz traversant les orifices situées en amont de la vanne Vx, des gaz traversant les orifices situés en aval de la vanne Vx. (Les vannes ouvertes Vx sont représentées par un trait discontinu).
  - (EP) est un extracteur qui extrait les gaz traversant les ouvertures amont, à perte de charge constante de la zone considérée et (EG) est un extracteur qui extrait les gaz traversant les ouvertures aval à perte de charge constante de la zone considérée ;
  - (EP) est relié à une canalisation 4 qui débouche dans deux canalisations 4a et 4b, chacune de ces canalisations étant équipée de vannes Va et Vb permettant d'ajuster le débit des gaz dans les deux canalisations.
  - La canalisation 4a est reliée au brûleur situé dans le ciel du réacteur à lit fixe horizontal ;
  - La canalisation 4b est relié à un module chaud de séparation des particules (5), lui même relié à un module de refroidissement rapide du gaz pyrolytique (T et T').

- La canalisation (4c) située au haut du dispositif T permet de récupérer les gaz non condensables, qui circulent grâce au ventilateur V' et apportent par oxydation, au moins partielle, les calories nécessaires au maintien de la pyrolyse.

5 En se référant à la figure 4, examinons le fonctionnement du module mixte de pyrolyse/gazéification et de pyrolyse rapide pouvant fonctionner alternativement ou simultanément suivant les deux dispositions :

- 10 a) Supposons toutes les vannes Vx ouvertes et la vanne VG fermée. Le dispositif représenté par la figure 4 est en tout point identique à celui de la figure 1. Le réacteur fonctionne exclusivement en pyrolyseur rapide à réacteur horizontal :
- 15 b) Supposons la vanne VG ouverte, une vanne Vx fermée (dans la canalisation de collecte des gaz), la vanne Va ouverte et la vanne Vb fermée. Le réacteur fonctionne exclusivement en gazéifieur, conforme au brevet publié sous le Numéro FR 2916760 (A1) le 05-12- 2008, du même inventeur, avec cependant la possibilité, en plus, de modifier les volumes respectifs des zones de pyrolyse et de gazéification, suivant le positionnement de la vanne Vx fermée, pour tenir compte de la nature de la biomasse traitée ; la perte de charge dans chacune des deux zones est automatiquement ajustée pour être constante dans chacune des deux zones grâce aux capteurs placés dans chacune des ouvertures, combinés à un
- 20 calculateur et à un automate permettant de fonctionner dans chaque zone à perte de charge constante, malgré la perte de charge décroissante, dans chaque zone, de l'amont vers l'aval, en fonction de la réduction de la hauteur de biomasse du fait de la transformation de la biomasse en gaz.
- 25 c) Supposons la vanne VG ouverte, une vanne Vx fermée (dans la canalisation de collecte des gaz), et les vannes Va et Vb partiellement ouvertes, les débits relatifs entre les deux canalisations 4a et 4b étant ajustables, un tel module permettra de fonctionner simultanément
  - en gazéifieur, avec ajustement possible des zones de pyrolyse et de gazéification
  - 30 - en pyrolyseur rapide,

Le traitement relatif de la biomasse, suivant ces deux procédés étant ajustable, notamment suivant les besoins énergétiques locaux ainsi qu'en fonction de la disponibilité locale en biomasse, un tel réacteur mixte présente des avantages certains par rapport à un réacteur exclusivement de pyrolyse rapide ou flash conforme aux fig.1 à 3 ou un réacteur de pyrolyse/gazéification conforme au brevet publié sous le Numéro FR 2916760 (A1) le 05-12- 2008.



Un procédé de gazéification permet de produire de l'énergie sous forme d'électricité et de chaleur, mais ne permet pas de la stocker ; à l'inverse, un procédé de liquéfaction de la biomasse par pyrolyse rapide ou flash permet de stocker et de transporter aisément le potentiel énergétique de la biomasse d'un lieu à un autre et/ou de différer la production de son énergie potentielle, mais n'est pas par elle-même génératrice d'énergie consommable sous forme d'électricité ou de chaleur.

La combinaison des deux procédés dans un même réacteur et la possibilité de faire varier la quantité de biomasse utilisée en gazéification ou en liquéfaction permet tout à la fois de tenir compte des variations dans la demande immédiate d'énergie ainsi que de sauvegarder le potentiel énergétique d'une biomasse instantanément trop abondante.

Tel est le cas par exemple après une tempête telle que Klaus qui a mis à terre quelque 35 millions de tonnes d'arbres dans la forêt des Landes. Toute tentative de vente massive de la biomasse disponible ne peut que faire effondrer les prix ; il est donc utile de sauvegarder la valeur intrinsèque de la biomasse en la liquéfiant et en la stockant. La valorisation effective de la biomasse suppose cependant la gazéification de la biomasse et la fourniture d'électricité et de chaleur à des utilisateurs ; Si le réacteur de gazéification ne peut faire que de la gazéification, par exemple un gazéifieur conforme au brevet publié sous le Numéro FR 2916760 (A1) le 05-12-2008, alors que la mise en place d'un réseau d'utilisateur est une opération progressive, il se poserait la question de la puissance du réacteur à construire pour répondre à un besoin d'énergie croissante. L'utilisation d'un réacteur mixte capable de liquéfier la biomasse et de la gazéifier résout ce problème. Un réacteur mixte peut être construit et installé dans la forêt des landes ou à proximité et commencer par fonctionner exclusivement en liquéfaction pour sauvegarder le potentiel énergétique des arbres déracinés par la tempête ; puis, au fur et à mesure de l'augmentation des consommateurs d'énergie, le réacteur mixte pourra travailler partiellement en gazéifieur et en liquéfacteur ; une fois résorbé la grosse quantité de biomasse à terre, le même réacteur pourra fonctionner uniquement en tant que gazéifieur.

Autre exemple non limitatif d'un réacteur mixte Gazéifieur/liquéfacteur ; En hiver, le besoin de chaleur est maximal et le réacteur fonctionne en gazéifieur à plein rendement. En été, le besoin de chaleur est moindre, et pour ajuster la production de chaleur à la consommation, le réacteur devrait, soit fonctionner à puissance plus faible, voire être entièrement arrêté, ce qui entraînerait un moindre amortissement

du réacteur. Il serait évidemment plus rentable de maintenir le fonctionnement du réacteur à pleine puissance en fonctionnant partiellement en gazéification et partiellement en liquéfaction de la biomasse ;

5 Le même raisonnement vaut pour le jour et la nuit ; le jour, le besoin énergétique est maximal et notamment en électricité et les tarifs d'achat de l'électricité sont généralement plus élevés le jour que la nuit. En utilisant un réacteur mixte il est en conséquence possible, à titre d'exemple non limitatif, de gazéifier dans la nuit une partie de la biomasse dense, une autre partie étant liquéfiée, et dans la journée, augmenter la puissance générée en injectant la biomasse liquide, à l'état pulvérulent dans le ciel du réacteur de gazéification dense conformément aux  
10 revendications du brevet publié sous le Numéro FR 2916760 (A1) le 05-12- 2008.

**REVENDEICATIONS**

1. Système permettant de transformer de la biomasse en combustible liquide, caractérisé en ce qu'il comprend au moins un réacteur de pyrolyse rapide et/ou flash, comportant au moins un module chaud de séparation de particules du fluide pyrolytique, un module de trempe du gaz pyrolytique chaud, un module de séparation et de stockage du combustible liquide formé par la condensation du gaz pyrolytique, ledit réacteur de pyrolyse rapide et/ou flash comportant au moins
  - un moyen d'alimentation du réacteur en biomasse,
  - un fluide gazeux chaud caloporteur,
  - une canalisation permettant de faire pénétrer le fluide gazeux chaud caloporteur dans le réacteur,
  - une canalisation permettant de faire sortir le fluide gazeux chaud caloporteur du réacteur,
  - un dispositif permettant de faire circuler rapidement le fluide gazeux chaud caloporteur et les produits de la pyrolyse rapide et/ou flash entre les différents modules de l'ensemble (réacteur de pyrolyse, séparateur chaud de particules, dispositif de trempe isotherme),
  - une canalisation permettant de récupérer les gaz combustibles non condensables,
  - un moyen de chauffer le fluide gazeux chaud caloporteur et/ou tout ou partie du système de pyrolyse rapide et/ou flash.
2. Système selon la revendication 1 caractérisé en ce que le réacteur est horizontal et la biomasse est dense et se déplace horizontalement.
3. Système, selon la revendication 2 caractérisé en ce que le réacteur comporte un dispositif permettant de compenser la perte de charge décroissante en fonction de la hauteur décroissante de la biomasse de l'amont vers l'aval au fur et à mesure de la formation de gaz à partir de la biomasse, en introduisant une perte de charge croissante en fonction de la réduction progressive de la hauteur de biomasse de l'amont vers l'aval, tel que la perte de charge du gaz soit homogène, malgré la réduction progressive de la hauteur de biomasse.
4. Système, selon la revendication 3 caractérisé en ce que le dispositif permettant d'obtenir une perte de charge constante des gaz traversant la biomasse, est obtenue par la modification des ouvertures en plus ou en moins grâce aux indications de dispositifs mesurant directement ou indirectement la perte de charge

décroissante du gaz, ces modifications étant analysées par un ordinateur et commandées par un automate.

5. Système, selon la revendication 1 caractérisé en ce que le réacteur est vertical.
6. Système, selon la revendication 5 caractérisé en ce que le réacteur est alimenté en biomasse pulvérulente,
7. Système, selon la revendication 6 caractérisé en ce que la biomasse pulvérulente est supportée par une sole poreuse et forme un lit fluidisé mis en suspension par un caloporteur gazeux chaud pénétrant dans le réacteur vertical par une canalisation débouchant dans le bas du réacteur et ressortant par une canalisation située dans le haut du réacteur.
8. Système, selon la revendication 7 caractérisé en ce qu'une branche de la canalisation verticale véhiculant le fluide gazeux caloporteur qui traverse le réacteur vertical, contourne le réacteur et se connecte à la canalisation sortant du réacteur par une canalisation comportant un dispositif accélérant la circulation horizontale du fluide gazeux caloporteur, tel que, à titre d'exemple non limitatif, un dispositif venturi.
9. Système, selon l'une des revendication 5 à 8 caractérisé en ce que le réacteur vertical comporte au moins une chicane (1') chaude en son sein qui n'empêche pas la biomasse pulvérulente de traverser le réacteur de bas en haut mais qui freine sa traversée et provoque des collisions avec la chicane chaude.
10. Système, selon l'une des revendication 1 à 9 caractérisé en ce qu'il comprend au moins un réacteur horizontal selon l'une des revendications 2 à 4, et au moins un réacteur vertical selon l'une des revendications 5 à 9 et caractérisé en ce que le gaz pyrolytique généré par le réacteur horizontal est partiellement trempé à une température choisie pour former un liquide combustible, et partiellement utilisé en tant que fluide caloporteur gazeux alimentant le réacteur vertical dont la biomasse pulvérulente en suspension subit une pyrolyse flash, le partage entre ces deux destinations du gaz pyrolytique généré dans le réacteur horizontal étant régulé par les vannes Vb' et Vc.
11. Système, selon la revendication 10 caractérisé en ce que la température du fluide caloporteur circulant dans la canalisation 4C peut être modifiée en plus ou en moins par un échangeur de chaleur positionné sur la canalisation 4C.
12. Système combiné de pyrolyse flash ou rapide selon l'une des revendications 1 à 11, et de gazéification, caractérisé en ce que le réacteur horizontal selon l'une des revendications 2 à 4 comporte en outre une canalisation d'extraction du gaz de

gazéification dont le débit est ajustable par une vanne Vb, et des vannes Vx dans la canalisation recueillant les gaz, permettant par la fermeture ou l'ouverture de ces vannes Vx de modifier à volonté les zones de pyrolyse et de gazéification, les dispositifs selon les revendications 3 et 4 permettant d'homogénéiser la perte de charge des gaz dans chacune des zones de pyrolyse et de gazéification.

13. Procédé de pyrolyse flash ou rapide, ledit procédé comprenant les étapes suivantes :

- Production de gaz pyrolytique dans des systèmes selon les revendications 1 à 12,
- Refroidissement rapide des gaz pyrolytiques,
- Condensation des gaz condensables, aux températures ajustables de condensation desdits gaz,
- Stockage des gaz condensés,
- Récupération des gaz non condensables à la température ambiante,

14. Procédé selon la revendication 13, ledit procédé comprenant en outre des dispositifs permettant d'homogénéiser la perte de charge des réacteurs horizontaux, malgré la réduction progressive de perte de charge au fur et à mesure que la biomasse dense se transforme en gaz.

15. Procédé selon la revendication 13, ledit procédé comprenant en outre des dispositifs permettant d'ajuster la température de pyrolyse à la température adaptée suivant la nature de la biomasse traitée.

16. Procédé selon les revendications 14 et 15, ledit procédé comprenant en outre, si le réacteur est horizontal des dispositifs permettant, par l'ouverture ou la fermeture de vannes Vx de faire varier la longueur des zones respectives de pyrolyse et de gazéification.

17. Procédé suivant la revendication 16, caractérisé en ce que toute variation des zones respectives de pyrolyse et de gazéification entraîne, grâce au calculateur et à l'automate, l'homogénéisation de la perte de charge de chacune desdites zones.

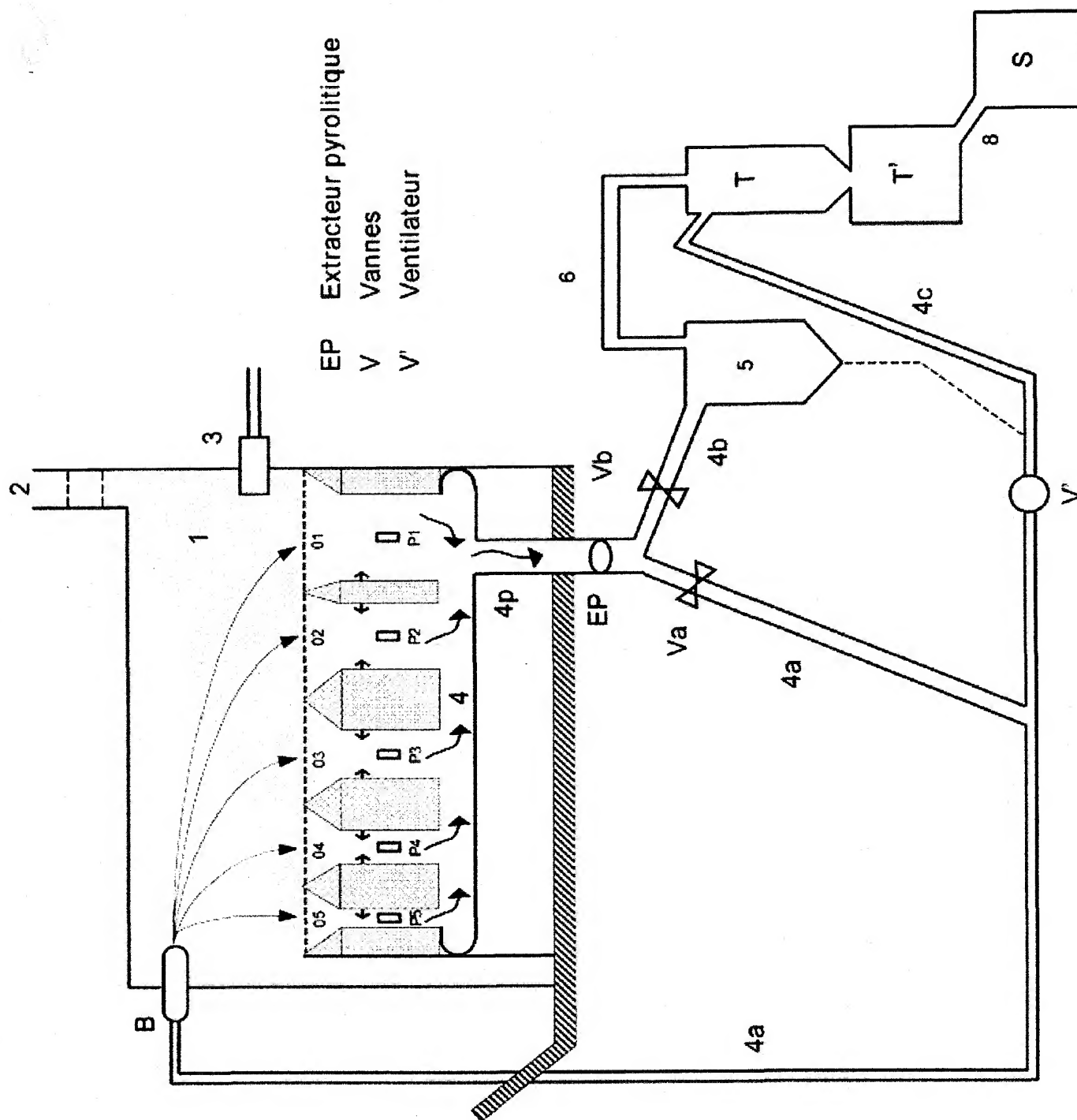


Fig. 1

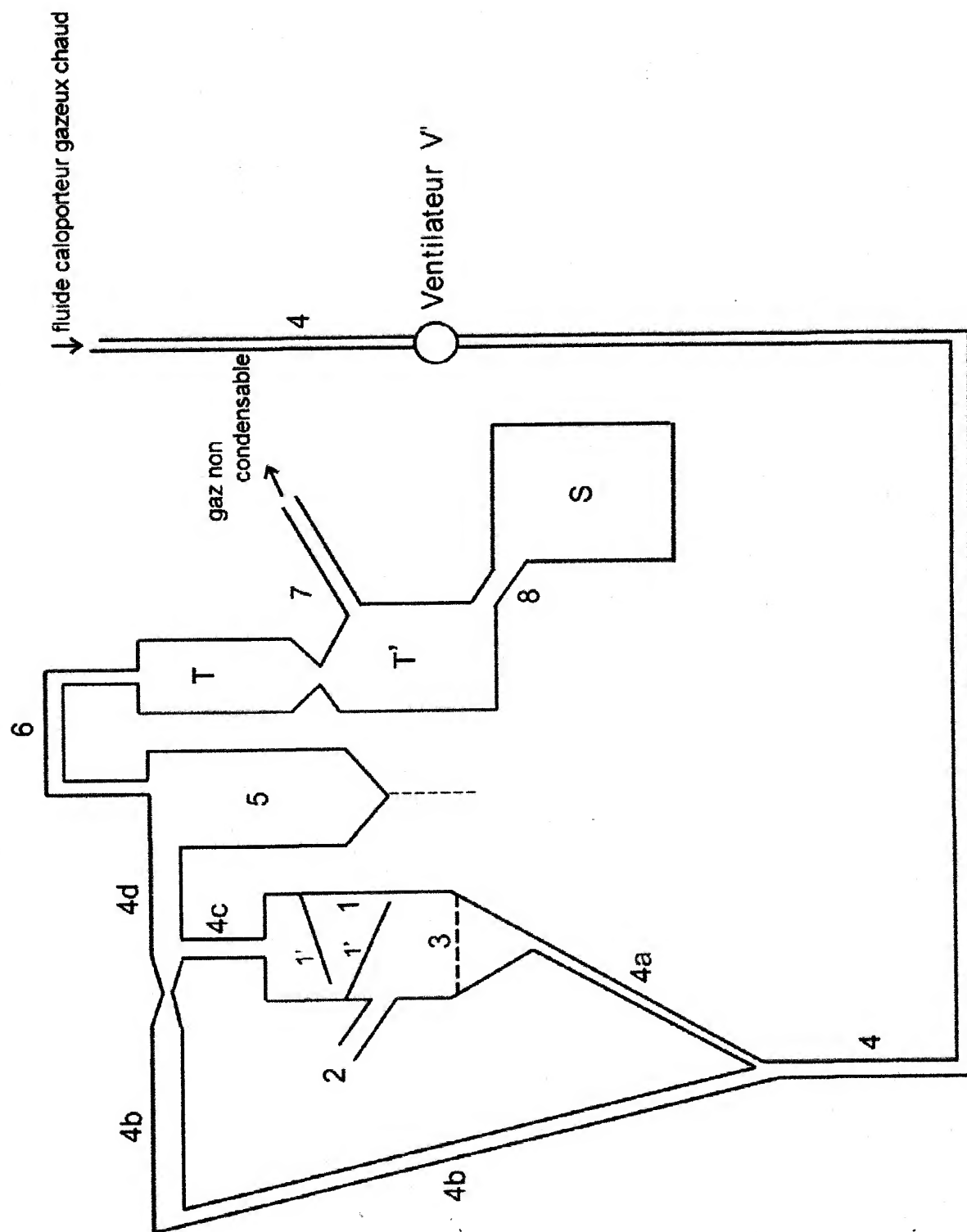


Fig. 2

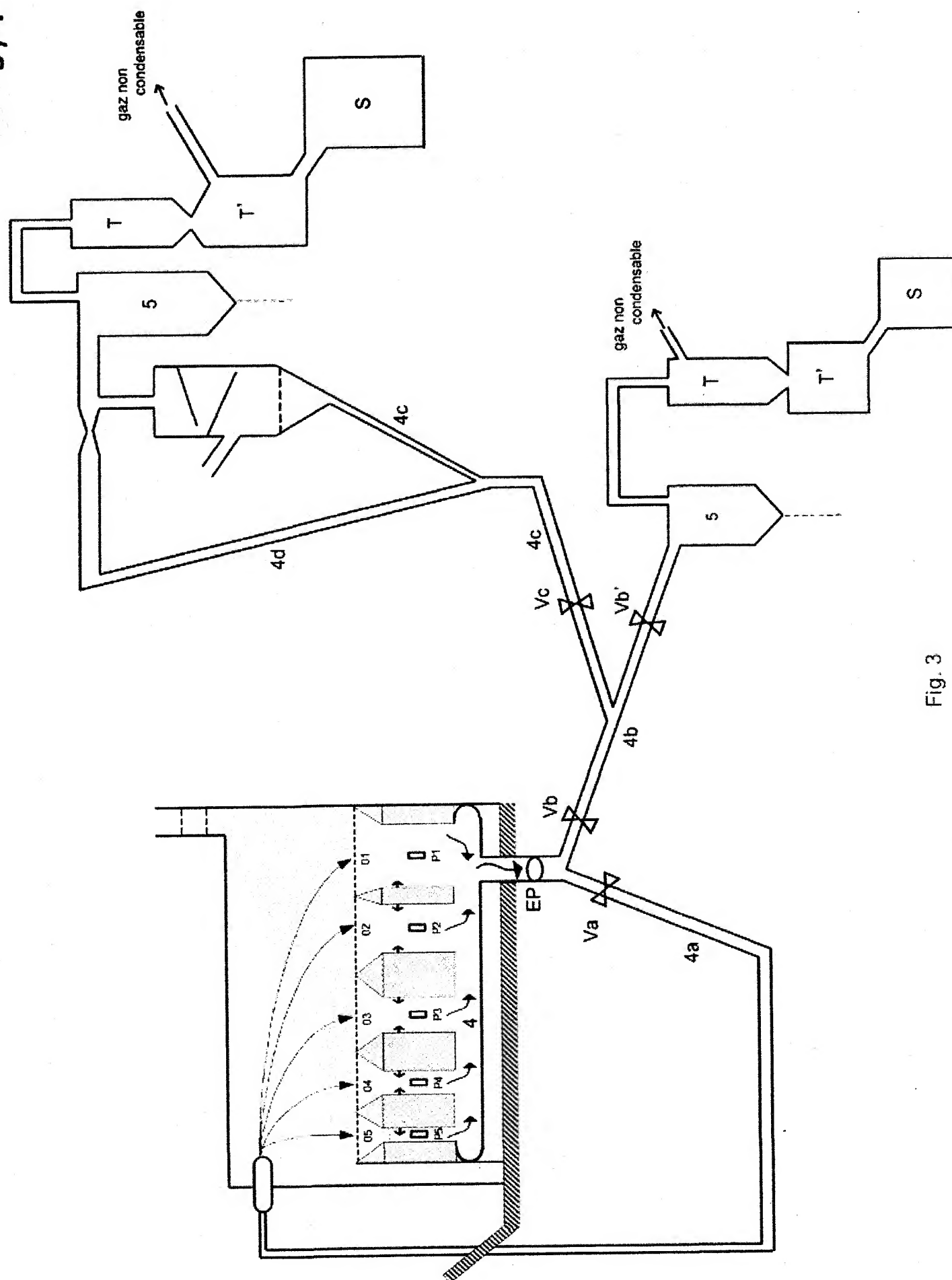


Fig. 3



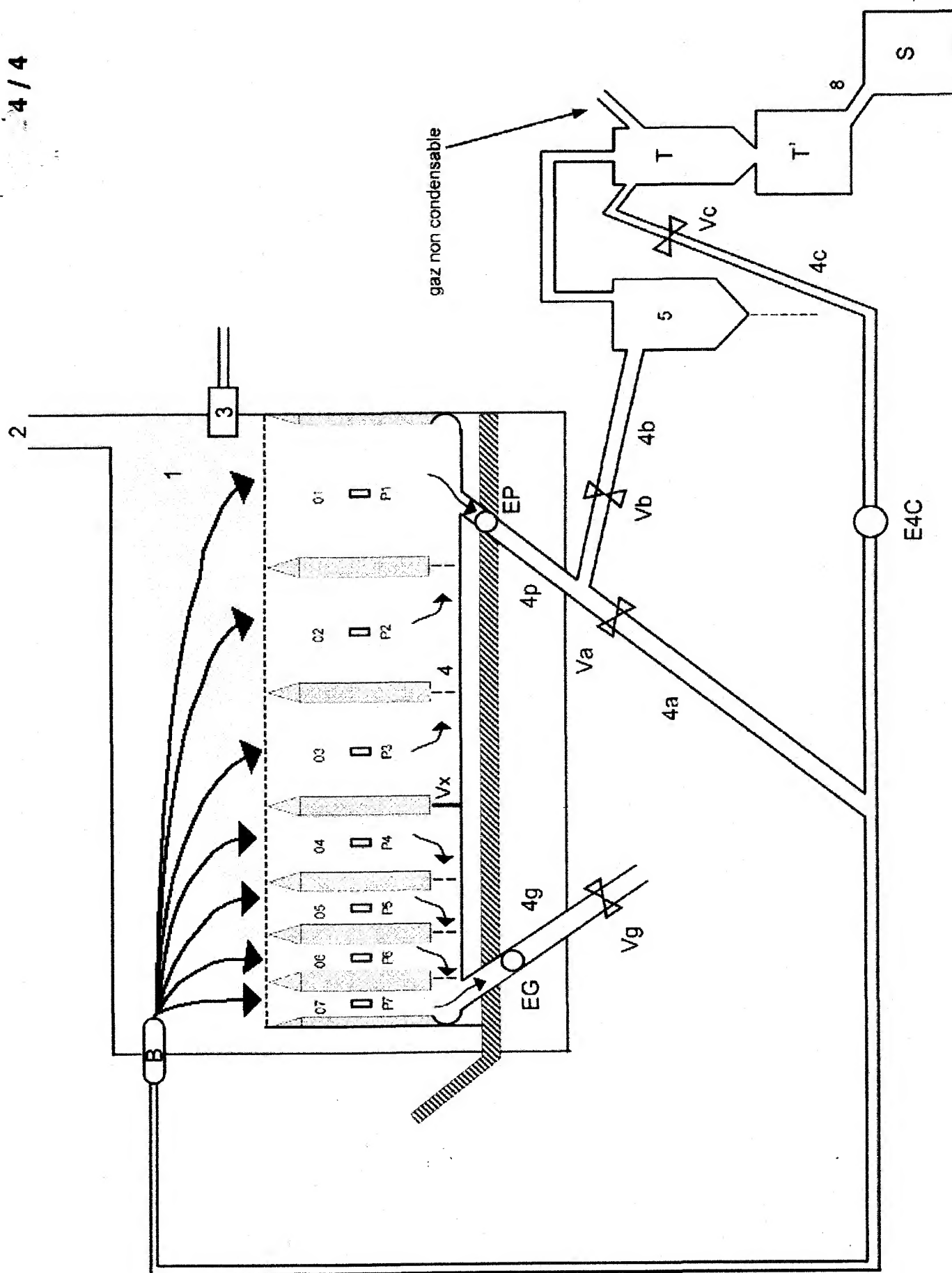


Fig. 4



# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement  
national

FA 723339  
FR 0901047

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X,D	<p>E. HENRICH: "THE STATUS OF THE FZK CONCEPT OF BIOMASS GASIFICATION" 2nd EUROPEAN SUMMER SCHOOL ON RENEWABLE MOTOR FUELS</p> <p>29 août 2007 (2007-08-29), XP002558723 Extrait de l'Internet: URL: <a href="http://www.baumgroup.com/renew/download/5%20-%20Henrich%20-%20paper.pdf">http://www.baumgroup.com/renew/download/5%20-%20Henrich%20-%20paper.pdf</a> [extrait le 2009-12-03] * alinéa [04.1]; figure 6 *</p>	1-17	C10B53/02 C10B49/04
X,D	<p>FR 2 916 760 A1 (BEHAR ISAAC [FR]) 5 décembre 2008 (2008-12-05) * page 18, ligne 20 - ligne 25; figure 4 *</p>	1-17	<p>DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC)</p> <p>C10G C10B C10J</p>
X	<p>WO 2006/077405 A1 (BIOFLAME FUELS LTD [GB]; GRUNDMANN MATTHIAS [GB]) 27 juillet 2006 (2006-07-27) * page 3, ligne 3 - ligne 24; figure 1 *</p>	1-17	
X	<p>FR 2 885 909 A1 (THERMYA SA [FR]) 24 novembre 2006 (2006-11-24) * page 6, ligne 6 - ligne 12; figure 4 *</p>	1-17	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
3 décembre 2009		Bernet, Olivier	
<p><b>CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS</b></p> <p>X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire</p> <p>T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... &amp; : membre de la même famille, document correspondant</p>			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE****RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 0901047 FA 723339**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.

Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **03-12-2009**

Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication		Membre(s) de la famille de brevet(s)		Date de publication
FR 2916760	A1	05-12-2008	W0	2008149026 A2		11-12-2008
-----						
W0 2006077405	A1	27-07-2006	GB	2422332 A		26-07-2006
-----						
FR 2885909	A1	24-11-2006	AU	2006263743 A1		04-01-2007
			CA	2609383 A1		04-01-2007
			EP	1883689 A2		06-02-2008
			W0	2007000548 A2		04-01-2007
			JP	2008542004 T		27-11-2008
			US	2008210536 A1		04-09-2008
-----						

**PUB-NO:** FR002942803A1  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** FR 2942803 A1  
**TITLE:** TITLE DATA NOT AVAILABLE  
**PUBN-DATE:** September 10, 2010

**INVENTOR-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
BEHAR, ISAAC	FR

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

<b>NAME</b>	<b>COUNTRY</b>
BEHAR ISAAC	FR

**APPL-NO:** FR00901047  
**APPL-DATE:** March 9, 2009

**PRIORITY-DATA:** FR00901047A (March 9, 2009)

**INT-CL (IPC):** C10G001/02

**EUR-CL (EPC):** C10G001/02 , C10B049/04 ,  
C10B053/02 , C10C005/00

**ABSTRACT:**

CHG DATE=20101110 STATUS=N>The system comprises rapid and/or flash vertical pyrolysis reactor comprising a hot module for separating pyrolytic fluid particles, a module for quenching hot

pyrolytic gas, and a module for separating and storing liquid fuel formed by the condensation of pyrolytic gas. The rapid and/or flash pyrolysis reactor comprises a unit for feeding the reactor in biomass, a hot gaseous coolant fluid, a pipeline (4a) for penetrating the hot gaseous coolant fluid in the reactor, and a pipeline for bringing out the hot gaseous coolant fluid from reactor. The system comprises rapid and/or flash vertical pyrolysis reactor comprising a hot module for separating pyrolytic fluid particles, a module for quenching hot pyrolytic gas, and a module for separating and storing liquid fuel formed by the condensation of pyrolytic gas. The rapid and/or flash pyrolysis reactor comprises a unit for feeding the reactor in biomass, a hot gaseous coolant fluid, a pipeline (4a) for penetrating the hot gaseous coolant fluid in the reactor, a pipeline for bringing out the hot gaseous coolant fluid from reactor, a device for rapidly circulating the hot gaseous coolant fluid and the product, a pipeline to collect non-condensable fuel gases, and a unit to heat the hot gaseous coolant fluid and/or entire or part of the pyrolysis system. The reactor is horizontal, and biomass is dense and moves horizontally. The reactor further comprises a unit to compensate the loss of charge, which is decreased based on decreasing height of the biomass from upstream to downstream and for producing gas from the biomass by introducing a loss of charge increasing based on the gradual reduction of the height of biomass from upstream to downstream as the loss of the gas is homogeneous with the gradual reduction of the biomass height. The device is arranged for obtaining a constant loss of gas passing through the biomass. The loss of gas is obtained by changing the opening by indications of measuring

devices directly or indirectly, where the changes are analyzed by a calculator and controlled by an automaton. The reactor is fed in powder biomass that is supported by a porous sole and forms a fluidized bed suspended by a hot gas coolant entering in the vertical reactor by a pipeline opening in the bottom of the reactor and emerging by a pipeline located in the upper reactor. A branch of vertical pipeline conveying the gaseous coolant fluid that passes through the vertical reactor, bypasses the reactor and is connected to the pipeline exiting from the reactor by a pipeline comprising a device such as venturi device accelerating the horizontal circulation of the gaseous coolant fluid. The vertical reactor comprises a hot baffle to traverse the reactor from bottom to top but slows its passage and causing the collision with the hot baffle. The pyrolytic gases generated by the horizontal reactor is partially quenched at a selected temperature to form a liquid fuel, and partly used as gaseous coolant fluid feeding the vertical reactor of which the powder biomass in suspension undergoes a flash pyrolysis. The division between two destinations of pyrolytic gases generated in the horizontal reactor is controlled by valves Vb and Vc. The temperature of the coolant fluid flowing in the pipeline is modified by a heat exchanger positioned on the pipeline. Independent claims are included for: (1) a combined system for flash or rapid pyrolysis and gasification; and (2) a process for flash or rapid pyrolysis.